

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kebutuhan lahan sebagai ruang dalam proses pembangunan terus bertambah dalam rangka meningkatkan kebutuhan hidup masyarakat. Penutupan lahan di suatu wilayah bersifat dinamis dari waktu ke waktu. Dinamika perubahan penutupan lahan terjadi seiring dengan pesatnya pertumbuhan penduduk yang menyebabkan alih fungsi lahan. Tindakan ini pun akan mengganggu keseimbangan lingkungan yang mana akan menyebabkan kerusakan lingkungan seperti halnya tingginya laju erosi tanah.

Erosi merupakan hilangnya atau terkikisnya tanah atau bagian-bagian tanah dari suatu tempat yang diangkut oleh air atau angin ke tempat lain (Arsyad, 1989). Dampak terjadinya erosi menyebabkan hilangnya lapisan atas tanah yang subur dan baik untuk pertumbuhan tanaman serta berkurangnya kemampuan tanah untuk menyerap dan menahan air. Tanah yang terangkut tersebut mampu menyebabkan pelumpuran dan pendangkalan waduk, sungai dan badan air lainnya serta tertimbunnya lahan pertanian, jalan dan bangunan. Oleh karena itu, sangat diperlukan adanya kajian mengenai erosi.

Perubahan penutup lahan yang intensif dapat membuat masalah degradasi lingkungan bertambah berat dari waktu ke waktu. Pola perubahan penutupan lahan ini secara tidak langsung merubah fungsi hidrologi daerah aliran sungai (DAS) yang sebagai transmisi air, fungsi penyangga dan pelepasan air secara bertahap. Permasalahan DAS ditinjau pada aspek lahan disebabkan oleh tingginya tingkat erosi yang menyebabkan meluasnya lahan kritis serta menurunnya produktivitas lahan.

Keberadaan waduk di suatu DAS berperan penting dalam menjaga ketersediaan air terutama pada musim kemarau. Saat musim penghujan, waduk berfungsi sebagai tampungan air limpasan, menyimpan air dan dikeluarkan pada musim kemarau untuk keperluan irigasi lahan pertanian. Sama halnya di Kota

Samarinda yang memiliki sebuah waduk yaitu Waduk Lempake yang dibangun pada badan Sungai Karang Mumus pada tahun 1978 dengan tujuan untuk menampung dan menaikkan muka air Sungai Karang Mumus sehingga dapat mensuplai kebutuhan air irigasi seluas ± 350 ha di daerah hilir Waduk Lempake.

Saat ini daerah tangkapan air Waduk Lempake mengalami permasalahan yang cukup serius. Berdasarkan hasil studi Waduk Lempake oleh Dinas Pekerjaan Umum, Penataan Ruang dan Perumahan Rakyat Provinsi Kalimantan Timur tahun 2010 diperoleh gambaran mengenai kondisi dari Waduk Lempake antara lain sebagai berikut.

1. Luas genangan air hanya ± 11 ha sedangkan, sisanya ± 148 ha ditumbuhi gulma dari luas total genangan ± 159 ha pada elevasi MAN/muka air normal.
2. Tampang waduk terisi oleh gulma yang akar dan daun-daunnya mengisi ruang-ruang air hingga lebih dari 1 meter diatas muka air normal. Hal ini mengakibatkan waduk tidak berfungsi optimal dalam menampung air dan meretensi banjir.
3. Perubahan fungsi lahan di daerah hulu Sungai Karang Mumus akibat adanya aktifitas pertambangan batubara dan budidaya pertanian yang membuka tutupan lahan dan meningkatkan erosi permukaan tanah yang berpotensi meningkatkan sedimentasi dan pendangkalan waduk dimana kedalaman waduk saat ini relatif dangkal kurang lebih 1 meter. Gambar 1.1 dan 1.2 berikut merupakan aktifitas-aktifitas yang ada di daerah hulu Sungai Karang Mumus.



Gambar 1.1 Kegiatan Pertambangan



Gambar 1.2 Kegiatan Pertanian

4. Volume waduk saat ini $\pm 571.000 \text{ m}^3$ dari potensi volume waduk $\pm 1.140.000 \text{ m}^3$.
5. Keberadaan akar-akar dan daun-daun gulma air yang tumbuh di waduk lempake akan memperlambat proses aliran air permukaan di waduk dan mempercepat laju proses pengendapan sedimen sehingga pendangkalan waduk akan semakin cepat, serta pada gilirannya endapan sedimen akan menjadi media tumbuh gulma air. Gambar 1.3 berikut merupakan kondisi waduk lempake saat mengalami kekeringan.



Gambar 1.3 Waduk Lempake Saat Kekeringan

Keadaan tersebut mengakibatkan Sub DAS Karang Mumus yang merupakan bagian dari daerah tangkapan air Waduk Lempake termasuk urutan prioritas kekritisannya pertama dibandingkan dengan 25 DAS dan Sub DAS di wilayah Provinsi Kalimantan Timur. Tabel 1.1 berikut merupakan urutan prioritas kekritisannya pada 25 DAS dan Sub DAS di wilayah Provinsi Kalimantan Timur.

Tabel 1.1 Urutan Prioritas Kekritisannya pada 25 DAS dan Sub DAS di Wilayah Provinsi Kalimantan Timur

No.	Nama DAS/Sub DAS	Luas (ha)	Total Nilai (%)
1.	Sub DAS Karang Mumus	32.527,73	72,40
2.	DAS Telake	222.968,51	69,35
3.	Sub DAS Belayan	997.728,75	67,95
4.	DAS Kendilo	354.033,82	67,95
5.	DAS Tunan	80.345,21	67,35
6.	DAS Santan	125.475,79	66,30
7.	DAS Sepaku	32.539,66	66,15
8.	DAS Riko	66.021,54	65,95
9.	DAS Semoi	24.329,05	64,90
10.	Sub DAS Enggelam	47.132,00	64,15
11.	Sub DAS Kedang Kepala	1.028.600,00	62,75
12.	Sub DAS Mahakam (Melak)	2.637.300,00	62,70
13.	DAS Bontang	11.699,67	61,70
14.	DAS Manggar	13.250,33	61,70
15.	Sub DAS Kahala	82.156,00	61,55
16.	DAS Kelay	664.829,20	61,50
17.	DAS Karangan	477.050,63	61,50
18.	DAS Bengalun	283.900,00	61,50
19.	Sub DAS Kedang Pahu	680.034,16	61,35
20.	DAS Sebuku	552.147,30	60,95
21.	DAS Sembakung	524.896,62	60,95
22.	DAS Sesayap	1.003.300,00	58,35
23.	DAS Segah	639.317,39	56,10
24.	DAS Kayan	3.605.117,34	55,50
25.	DAS Wain	10.539,49	48,10

Sumber: S.K Dirjen Reboisasi dan Rehabilitasi Lahan, Dephut RI No. 128/Kpts/V/1997

Dapat terlihat pula dari besarnya erosi yang terjadi di Sub DAS Karang Mumus dari tahun 1997 hingga 2009 yang mengalami peningkatan nilai laju erosi. Apabila proses erosi ini berlangsung secara terus menerus maka sangat berdampak buruk pada tanah tempat erosi terjadi dan pada tempat tujuan akhir tanah terangkut tersebut diendapkan. Tabel 1.2 berikut merupakan total nilai laju erosi Sub DAS Karang Mumus tahun 1997 - 2009.

Tabel 1.2 Total Nilai Laju Erosi Sub DAS Karang Mumus Tahun 1997 - 2009

No.	Tahun	Total Nilai Laju Erosi (ton/ha/th)
1.	1997	170.316,27
2.	2006	513.584,53
3.	2009	520.964,83

Sumber: Fatmaraga (2013)

Menyadari adanya permasalahan erosi maka diperlukan upaya pemantauan dan pengendalian terhadap bahaya erosi. Sehingga berdasarkan uraian diatas, perlunya pengkajian lebih lanjut mengenai sebaran laju erosi di daerah tangkapan air Waduk Lempake Provinsi Kalimantan Timur.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan latar belakang penelitian maka dapat di rumuskan beberapa masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sebaran laju erosi di daerah tangkapan air Waduk Lempake?
2. Faktor apakah yang dominan mempengaruhi laju erosi yang terjadi di daerah tangkapan air Waduk Lempake?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Mengetahui dan memetakan sebaran laju erosi di daerah tangkapan air Waduk Lempake.
2. Menganalisis faktor dominan yang mempengaruhi laju erosi yang terjadi di daerah tangkapan air Waduk Lempake.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Memberikan informasi sebaran laju erosi di daerah tangkapan air Waduk Lempake.
2. Memberikan informasi faktor dominan yang mempengaruhi laju erosi di daerah tangkapan air Waduk Lempake.

1.5 Telaah Pustaka dan Penelitian Sebelumnya

1.5.1 Telaah Pustaka

1.5.1.1 Erosi

Menurut Arsyad (2010), erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami. Pengikisan dan pengangkutan tanah tersebut terjadi oleh media alami, yaitu air dan angin (Arsyad, 2006). Pada dasarnya erosi terjadi secara alami yang ditimbulkan oleh jatuhnya air hujan ke permukaan bumi dan mampu disebabkan juga oleh aktivitas manusia yang dipicu oleh penggunaan lahan yang tidak sesuai dengan peruntukannya sehingga mengakibatkan percepatan laju erosi yang mana akan mengurangi kapasitas tampung pada waduk. Peristiwa erosi secara alami tidak terlalu menimbulkan masalah yang cukup serius sedangkan yang disebabkan oleh aktivitas manusia yang berpotensi menimbulkan berbagai masalah kerusakan atau degradasi lahan dan mengalami percepatan laju erosi.

Proses erosi terdiri atas tiga bagian yang berurutan yaitu pengelupasan (*detachment*), pengangkutan (*transportation*), dan pengendapan (*sedimentation*) (Asdak, 2010). Secara umum penyebab terjadinya erosi berupa interaksi antara faktor iklim, topografi, vegetasi, tanah, dan manusia terhadap lahan. Adapun uraian faktor-faktor erosi sebagai berikut.

1. Iklim

Pengaruh iklim merupakan faktor utama terjadinya erosi karena adanya pengaruh tenaga kinetis air hujan dan aliran air permukaan. Menurut Arsyad (2010) besarnya curah hujan, intensitas, dan distribusi hujan menentukan kekuatan dispersi hujan terhadap tanah, jumlah dan kekuatan aliran permukaan serta tingkat kerusakan erosi yang terjadi.

2. Topografi

Pengaruh topografi berupa kemiringan dan panjang lereng yang mana mampu menentukan besarnya kecepatan dan volume air larian

yang mempengaruhi terjadinya erosi. Besar kecilnya erosi juga ditentukan oleh kedudukan lereng dimana lereng bagian bawah lebih mudah tererosi daripada lereng bagian atas, hal ini dikarenakan momentum air larian lebih besar dan kecepatan air larian lebih terkonsentrasi ketika mencapai lereng bagian bawah (Asdak, 2010).

3. Vegetasi

Asdak (2010) telah mengemukakan bahwa yang lebih berperan dalam menurunkan besarnya erosi adalah tumbuhan bawah karena merupakan stratum vegetasi terakhir yang akan menentukan besar kecilnya erosi. Oleh karena itu, vegetasi mampu mempengaruhi siklus hidrologi melalui pengaruhnya terhadap air hujan yang mana mampu menurunkan besarnya tumbukan tetesan air hujan ke permukaan tanah sehingga melindungi permukaan tanah terhadap ancaman erosi.

4. Tanah

Tanah merupakan suatu benda alami heterogen yang terdiri atas komponen-komponen cair, padat, dan gas serta memiliki sifat dan perilaku yang dinamis. Pengaruh tanah terhadap erosi tergantung pada sifat-sifat tanah baik sifat fisik maupun kimia tanah. Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi kepekaan erosi adalah (1) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi lanjut infiltrasi, permeabilitas, dan kapasitas menahan air dan (2) sifat-sifat tanah yang mempengaruhi ketahanan struktur tanah terhadap disperse dan pengikisan oleh butir-butir hujan yang jatuh dan aliran permukaan (Arsyad, 2010). Adapun uraian sifat-sifat tanah yang mempengaruhi mudah tidaknya tererosi sebagai berikut.

- a. Tekstur tanah, menunjukkan kasar halusnya suatu tanah yang berkaitan dengan ukuran dan porsi partikel-partikel tanah yang akan membentuk tipe tanah tertentu.
- b. Unsur organik tanah, mampu menurunkan potensi terjadi erosi yang disebabkan oleh kumpulan unsur organik diatas permukaan tanah dan hasil dekomposisi dari limbah hewan dan tanaman.

- c. Struktur tanah, merupakan susunan dari fraksi-fraksi pasir, liat, dan debu yang terbentuk secara alami yang mampu mempengaruhi kemampuan tanah dalam menyerap air tanah.
- d. Permeabilitas tanah, merupakan kemampuan tanah dalam meloloskan air. Tanah dengan permeabilitas tinggi dapat menaikkan laju infiltrasi sehingga menurunkan laju air larian.

5. Manusia

Manusia dalam hal ini ditunjukkan pada berbagai aktivitas manusia yang ada di atas permukaan tanah dalam memenuhi kebutuhan hidupnya sehingga mampu mempengaruhi proses terjadinya erosi.

Bahaya erosi memiliki batas tertentu yang dapat di toleransi. Batas teloransi ini setara dengan kedalaman efektif lapisan tanah dan laju permeabilitas yang terkait dengan kemampuan tanah agar dapat ditembus akar tumbuhan dan tumbuh dengan baik. Namun jika erosi terjadi secara berlebihan maka dapat menimbulkan efek negatif. Oleh karena itu, perlu adanya pengkelasan nilai laju erosi sehingga memudahkan dalam penanganan lahan pada tabel 1.3 sebagai berikut.

Tabel 1.3 Nilai Laju Erosi Tanah

Laju Erosi Tanah (ton/ha/tahun)	Kelas Laju Erosi	Kriteria
< 15	I	Sangat Ringan
15 – 60	II	Ringan
60 – 180	III	Sedang
180 – 480	IV	Berat
> 480	V	Sangat Berat

Sumber: Departemen Kehutanan (1986) diacu dalam Hardjowigeno (2007)

1.5.1.2 Daerah Tangkapan Air

Daerah Tangkapan Air (DTA atau *catchment area*) merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam (Asdak, 2007). Dengan kata lain, daerah tangkapan air merupakan suatu ekosistem yang berkaitan erat dengan daerah aliran sungai (DAS) yang berfungsi menampung, menyimpan, dan

mengalirkan air yang berasal dari curah hujan ke danau atau ke laut secara alami, yang ditandai dengan batas di darat yaitu pemisah topografis yang berupa punggung-punggung bukit atau gunung dan batas di laut sampai dengan daerah perairan yang masih terpengaruh aktivitas daratan.

1.5.1.3 Waduk

Waduk merupakan bangunan struktur pengendali dan pembendung air yang dibuat pada tempat tertentu di alur sungai. Waduk berfungsi menampung kelebihan air ketika musim hujan dan digunakan pada saat kekurangan air ketika musim kemarau yang mana diharapkan dapat mencegah terjadi banjir saat air berlebih dan mengantisipasi krisis air saat kekeringan.

Menurut Pedoman Pengoperasian Waduk Tunggal (2004), berdasarkan fungsinya, waduk dapat diklasifikasikan menjadi dua jenis sebagai berikut.

1. Waduk Eka Guna (*Single Purpose*)

Waduk eka guna adalah waduk yang dioperasikan guna memenuhi satu kebutuhan, misalnya kebutuhan air irigasi, air baku, atau PLTA. Pengoperasian waduk eka guna lebih mudah karena tidak terjadi konflik dalam pengoperasiannya atau konflik kepentingan.

2. Waduk Multi Guna (*Multi Purpose*)

Waduk multi guna adalah waduk yang dioperasikan guna memenuhi berbagai kebutuhan. Kombinasi dari berbagai kebutuhan dimaksudkan untuk memaksimalkan fungsi waduk dan meningkatkan kelayakan pembangunan suatu waduk. Hal yang harus diperhatikan dalam mengoperasikan waduk multiguna adalah konflik kepentingan terutama bila potensi sumber airnya terbatas. Konflik kepentingan terjadi karena setiap jenis kebutuhan memiliki persyaratan dalam mengoptimalkannya, misalnya PLTA mempertahankan muka air tinggi agar didapatkan energi listrik yang besar, sedangkan irigasi tidak mempertimbangkan tinggi muka air tetapi volume air yang dikeluarkan.

Debit air yang masuk ke waduk dapat berupa aliran air yang masuk dari sungai, dari daerah sekelilingnya, dan dari curah hujan yang jatuh langsung pada permukaan waduk dengan 3 kondisi antara lain kondisi tahun basah, normal dan kering.

Sedangkan debit air keluaran waduk ditentukan oleh fungsi dari waduk tersebut. Waduk yang memiliki manfaat tunggal, maka keluaran air waduk dihitung hanya untuk pemenuhan suatu kebutuhan saja namun pada waduk yang dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, maka keluaran dari waduk merupakan total dari seluruh kebutuhan seperti untuk irigasi, PLTA, air baku, dan perikanan.

1.5.1.4 Satuan Lahan

Satuan lahan adalah suatu wilayah lahan yang mempunyai karakteristik dan kualitas lahan tertentu yang dapat dibatasi di peta (FAO, 1976 dalam Arsyad, 1989). Satuan lahan ini digunakan dalam evaluasi lahan sehingga membantu dalam unit analisis sebaran laju erosi. Pembuatan peta satuan lahan dapat menggunakan pendekatan geomorfologi dengan memperhatikan lereng, bentuk lahan, tanah, dan penggunaan lahannya.

1.5.1.5 Metode USLE

USLE (Universal Soil Loss Equation) merupakan suatu metode parametrik untuk memprediksi erosi yang berdasarkan pada faktor penentu erosi dari suatu bidang tanah. USLE memungkinkan perencanaan menduga laju rata-rata erosi suatu tanah tertentu pada suatu kecuraman lereng dengan pola hujan tertentu untuk setiap macam pertanaman dan tindakan pengelolaan (tindakan konservasi tanah) yang mungkin dilakukan atau yang sedang dipergunakan (Arsyad, 1989). Persamaan USLE dikembangkan di Amerika Utara oleh Wischmeir dan Smith (1978) pada daerah pertanian yang memiliki karakteristik iklim sedang dengan curah hujan rendah dan topografi yang tidak terlalu bergunung. Berikut metode persamaan USLE, antara lain.

$$A = R \times K \times LS \times C \times P$$

Keterangan:

- A = Besarnya Tanah Tererosi
- R = Faktor Curah Hujan dan Aliran Permukaan
- K = Faktor Erodibilitas Tanah
- LS = Faktor Panjang dan Kemiringan Lereng
- C = Faktor Vegetasi Penutup Tanah dan Pengelolaan Tanaman
- P = Faktor Konservasi Lahan

Metode persamaan USLE ini diperoleh dari hubungan antara faktor-faktor pemicu terjadinya erosi. Berikut uraian faktor-faktor pemicu terjadinya erosi.

1. Erosivitas hujan (R) merupakan daya erosi oleh hujan di suatu tempat. Menurut Asdak (2010), erosivitas hujan sebagian terjadi karena pengaruh jatuhnya butir-butir hujan langsung di atas tanah dan sebagian lagi karena aliran air di atas permukaan tanah. Proses erosi tanah oleh air meliputi tiga tahap yang terjadi dalam keadaan normal di lapangan, yaitu tahap pertama pemecahan bongkah-bongkah tanah kedalam bentuk butir-butir kecil atau partikel tanah, tahap kedua pemindahan atau pengangkutan butir-butir kecil sampai sangat halus, dan ketiga pengendapan partikel-partikel tersebut di tempat yang lebih rendah atau di dasar sungai atau waduk (Suripi, 2002 dalam Al Makhi, 2013). Nilai erosivitas hujan dapat dihitung berdasarkan data curah hujan yang diperoleh dari stasiun penakar curah hujan.
2. Erodibilitas tanah (K) merupakan mudah tidaknya suatu tanah mengalami erosi yang mana ditentukan oleh berbagai sifat fisik dan kimia tanah itu sendiri sehingga setiap jenis tanah akan mengalami erosi yang berbeda-beda. Menurut Asdak (2010), faktor erodibilitas tanah menunjukkan resistensi partikel tanah terhadap pengelupasan dan transportasi partikel-partikel tanah tersebut oleh adanya energi kinetik air hujan.

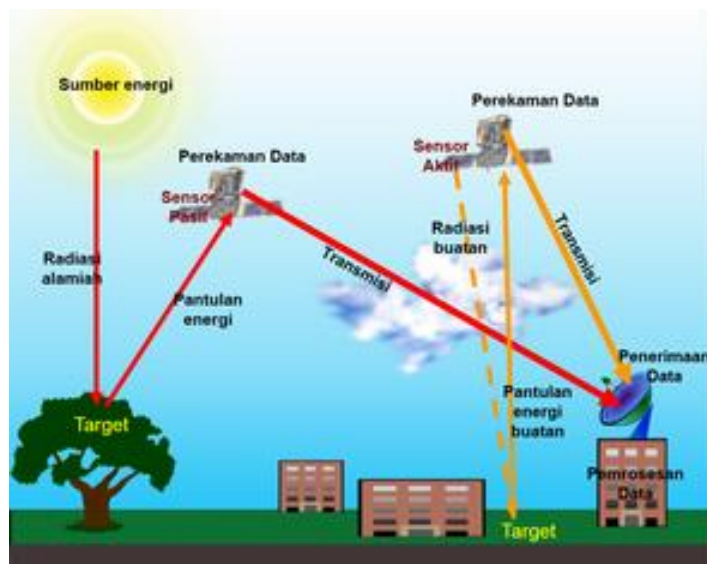
3. Panjang dan kemiringan lereng (LS) merupakan salah satu yang berpengaruh terhadap terjadinya erosi. Menurut Gunawan & Sudarmadji, 2006) lereng mempengaruhi banyak sistem dalam DAS seperti kecepatan *runoff* dan *overland flow*, serta kemampuan DAS dalam menyerap air hujan. Nilai panjang dan kemiringan lereng (LS) dapat dihitung dengan memanfaatkan data DEM pada SIG.
4. Pengelolaan tanaman (C) merupakan faktor yang ditentukan berdasarkan penggunaan lahan yang ada dengan menunjukkan pengaruh dari vegetasi, kondisi permukaan tanah, dan pengelolaan lahan terhadap besarnya tanah yang hilang.
5. Konservasi lahan (P) merupakan faktor pengaruh erosi dari kegiatan manusia dalam pengelolaan lahan. Menurut Asdak (2010), faktor konservasi tanah merupakan nisbah antara tanah tererosi rata-rata dari lahan yang mendapat perlakuan konservasi tertentu terhadap tanah tererosi rata-rata dari lahan yang diolah tanpa tindakan konservasi, dengan catatan faktor-faktor penyebab erosi yang lain diasumsikan tidak berubah.

1.5.1.6 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau gejala yang akan dikaji (Lillesand dan Kiefer dalam A.Munggiarti; I.Buchori. 2015). Perkembangan definisi penginderaan jauh berkembang selaras dengan kemajuan ilmu penginderaan jauh itu sendiri.

Informasi yang diperoleh berbentuk radiasi elektromagnetik yang dipantulkan atau dipancarkan dari permukaan bumi dimana objek berada yang mana dapat dibedakan menjadi tiga kelompok besar, yaitu tanah, air, dan vegetasi. Masing-masing objek memiliki karakteristik tertentu dalam merespon tenaga yang mengenainya, misalnya air

menyerap sinar banyak dan hanya memantulkan sinar sedikit. Informasi secara potensial tertangkap pada suatu ketinggian melalui energi yang terbangun dari permukaan bumi, yang secara detil didapatkan dari variasi-variasi spasial, spektral, dan temporal lahan tersebut (Landgrebe, 2003). Dengan kata lain, penginderaan jauh terdiri dari berbagai komponen pendukung sumber tenaga, perjalanan energi melalui atmosfer, interaksi antara energi dengan kenampakan di muka bumi, sensor dari wahana, dan hasil pembentukan data. Proses perekaman sistem penginderaan jauh dapat dilihat pada Gambar 1.4 sebagai berikut.



Gambar 1.4 Proses Perekaman Sistem Penginderaan Jauh

Sumber:

<https://petacitraku.files.wordpress.com/2013/10/remotesensing.png?w=300&h=233>

Hasil yang diperoleh dari proses perekaman penginderaan jauh berupa citra yang merupakan sebuah gambaran yang tampak dari suatu objek permukaan bumi yang diamati. Citra ini perlu dikaji lebih lanjut agar menghasilkan informasi yang akurat sesuai dengan tujuan yang diinginkan dengan menggunakan teknik interpretasi citra. Menurut Estes dan Simonett dalam Sutanto (1997), interpretasi citra merupakan tindakan mengkaji foto atau citra dengan maksud untuk mengidentifikasi objek dan menilai arti pentingnya objek tersebut.

Dalam interpretasi citra, penafsir mengkaji citra dan berupaya mengenali objek melalui 3 tahapan, yaitu deteksi, identifikasi, dan analisis.

Pada dasarnya kegiatan interpretasi citra terdiri dari 2 proses antara lain.

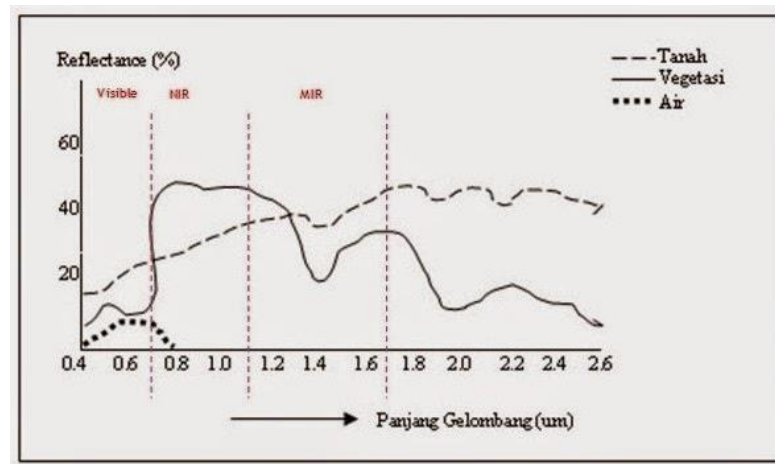
1. Pengenalan objek melalui proses deteksi dan identifikasi, yaitu pengamatan suatu objek atau kenampakan yang ada pada citra yang berdasarkan tiga ciri utama yang terekam oleh sensor sebagai berikut.
 - a. Spektral merupakan ciri yang dihasilkan oleh interaksi tenaga elektromagnetik dan benda yang dinyatakan dengan rona dan warna.
 - b. Spasial merupakan ciri yang terkait dengan ruang yang dinyatakan berupa bentuk, ukuran, bayangan, pola, tekstur, situs, dan asosiasi.
 - c. Temporal merupakan ciri yang terkait dengan umur benda saat perekaman.
2. Penilaian atas fungsi objek dan kaitan antar objek dengan cara menginterpretasi dan menganalisis citra sehingga dapat ditarik kesimpulan dari penilaian tersebut. Hasil dari interpretasi ini sangat bergantung pada kemampuan penafsir citra. Menurut Sutanto (1986) dalam interpretasi citra memiliki 9 kunci interpretasi, sebagai berikut.
 - a. Rona merupakan tingkat kegelapan yang ditunjukkan dalam derajat keabuan (*grayscale*) objek pada citra/foto yang dapat dibedakan menjadi 5 tingkatan putih, kelabu-putih, kelabu, kelabu hitam dan hitam.
 - b. Warna merupakan wujud yang tampak oleh mata misalnya merah, biru, kuning, hijau, dan sebagainya.
 - c. Bentuk merupakan objek yang dapat dikenali berdasarkan bentuknya yang mana setiap objek memiliki karakteristik

bentuk tertentu, misal bangunan gedung berbentuk I, L, U, tajuk pohon alma berbentuk bintang, gunung berapi berbentuk kerucut, dan sebagainya.

- d. Ukuran berupa panjang, luas, volume yang mana ukuran ini merupakan fungsi skala. Misal ukuran rumah berbeda dengan ukuran perkantoran, biasanya rumah berukuran lebih kecil dibandingkan dengan bangunan perkantoran.
- e. Tekstur merupakan frekuensi perubahan rona pada citra/ foto atau pengulangan rona pada kelompok objek yang dinyatakan dengan kasar, sedang, dan halus.
- f. Pola merupakan ciri yang menandai objek bentukan manusia dan beberapa objek bentukan alamiah, misal pola teratur (tanaman perkebunan dan jalan) sedangkan pola tidak teratur (tanaman di hutan dan sungai).
- g. Bayangan merupakan kunci pengenalan objek yang penting untuk beberapa jenis objek dimana mampu memberikan 2 macam efek seperti mampu menegaskan bentuk objek dan kurang memberikan pantulan ke sensor sehingga objek yang diamati tidak jelas, misal dalam membedakan antara pabrik dan pergudangan, dimana pabrik akan terlihat adanya bayangan cerobong asap sedangkan gudang tidak ada.
- h. Situs menjelaskan letak objek terhadap objek lain disekitarnya, contoh sekolah dekat lapangan olahraga, pemukiman akan memanjang di sekitar jalan utama dan sebagainya.
- i. Assosiasi sebagai keterkaitan antara objek yang satu dengan objek yang lain sehingga dapat dikenali 2 objek atau lebih secara langsung. Misal stasiun kereta api terdapat jalur rel.

Kenampakan permukaan bumi dapat diidentifikasi, dipetakan, dan dipelajari berdasarkan karakteristik spektralnya (Lillesand *et al.*, 2004). Gambar 1.5 berikut menunjukkan pantulan spektral tiga objek

dasar dari kenampakan bumi, yaitu vegetasi hijau yang sehat, tanah kering, dan air jernih.



Gambar 1.5 Kurva Pantulan Objek

Sumber: <https://hernandeaff.wordpress.com/2016/02/28/Penjelasan-kurva-pantulan-spektral-objek/>

Sensor yang dipasang pada satelit penginderaan jauh memiliki julat gelombang tertentu. Setiap julat gelombang menghasilkan citra sehingga sensor dengan n saluran spektral menghasilkan n citra pada daerah perekaman yang sama dengan variasi spektral yang berbeda (Danoedoro, 2012). Penggunaan beberapa saluran sekaligus dalam satu citra sangat membantu dalam proses pengenalan objek melalui proses perbandingan kenampakan antar saluran.

1.5.1.7 Landsat 8 OLI

Satelit Landsat 8 merupakan lanjutan misi dari landsat 7 karena memiliki karakteristik yang hampir sama baik resolusinya (spasial, temporal, dan spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa. Satelit landsat 8 memiliki sensor *Onboard Operational Land Imager (OLI)* dan *Thermal Infrared Sensor (TIRS)* dengan memiliki jumlah saluran sebanyak 11 saluran (*band*) yang mana 9 saluran berada pada OLI sedangkan 2 saluran lainnya berada pada TIRS.

Satelit Landsat 8 (LDCM) dirancang diorbitkan pada orbit mendekati lingkaran sinkron-matahari, pada ketinggian 705 km, dengan inklinasi 98,2°, periode dalam satuan waktu yaitu 99 menit, serta dengan waktu liput ulang (resolusi temporal) 16 hari dan waktu melintasi katulistiwa (*Local Time on Descending Node - LTDN*) nominal pada jam 10:00 - 10:15 pagi (NASA, 2008). Tabel 1.4 berikut menunjukkan spesifikasi Citra Landsat.

Tabel 1.4 Spesifikasi Citra Landsat 8

<i>Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) and Thermal Infrared Sensor (TIRS)</i>		
<i>Bands</i>	<i>Wavelength (micrometers)</i>	<i>Resolution (m)</i>
<i>Band 1 – Ultra Blue</i>	0,435 - 0,451	30
<i>Band 2 – Blue</i>	0,452 - 0,512	30
<i>Band 3 – Green</i>	0,533 - 0,590	30
<i>Band 4 – Red</i>	0,636 - 0,673	30
<i>Band 5 – NIR</i>	0,851 - 0,879	30
<i>Band 6 – SWIR 1</i>	1,566 - 1,651	30
<i>Band 7 – SWIR 2</i>	2,107 - 2,294	30
<i>Band 8 - Panchromatic</i>	0,503 - 0,676	15
<i>Band 9 – Cirrus</i>	1,363 - 1,384	30
<i>Band 10 – TIRS 1</i>	10,60 - 11,19	100 * (30)
<i>Band 11 – TIRS 2</i>	11,50 - 12,51	100 * (30)

* TIRS bands are acquired at 100 meter resolution, but are resampled to 30 meter in delivered data product.

Sumber: <https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>

1.5.1.8 Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan suatu kegiatan pemrosesan suatu citra berupa interpretasi, manipulasi, dan analisis terhadap informasi-informasi yang terkandung dalam suatu citra. Suatu citra digital dalam pengolahannya bertujuan untuk mengetahui tingkat penilaian kualitas dari citra. Kualitas citra sendiri diakibatkan dari beberapa parameter kualitas citra yaitu tutupan awan dan gangguan kabut, korelasi antar saluran, kesalahan geometrik dan kesalahan radiometrik (Danoedoro, 2012).

Penelitian ini menggunakan 2 koreksi citra yaitu koreksi radiometrik dan geometrik. Koreksi radiometrik ini berguna untuk menghilangkan pengaruh atmosfer, geometri sensor terhadap matahari, dan kesalahan wahana tersebut. Sebagai contoh keterlambatan dalam memulai perekaman sehingga menghasilkan baris-baris perekaman cacat. Menurut Guindon (1984) koreksi radiometrik diperlukan atas dua alasan, yaitu untuk memperbaiki kualitas visual citra dan sekaligus memperbaiki nilai-nilai piksel yang tidak sesuai dengan nilai pantulan atau pancaran spektral obyek yang sebenarnya.

Koreksi radiometrik citra yang ditujukan untuk memperbaiki kualitas visual citra berupa pengisian kembali baris yang kosong karena drop-out baris maupun masalah kesalahan awal pelarikan (scanning start). Baris atau bagian baris yang bernilai tidak sesuai dengan yang seharusnya dikoreksi dengan mengambil nilai piksel satu baris di atas dan di bawahnya, kemudian dirata-ratakan. Adapun tahapan yang dilakukan dalam koreksi radiometrik yaitu koreksi *Top of Atmosphere* (TOA). Berikut persamaan yang digunakan untuk mengkonversi nilai digital number (DN) ke nilai TOA reflektan.

$$p\lambda' = M_p Q_{cal} + A_p$$

Keterangan:

$p\lambda'$ = Reflektan TOA yang belum terkoreksi sudut matahari

M_p = Faktor Skala (*Band-Specific Multiplicative Rescaling Factor*)

Q_{cal} = Nilai Piksel (DN)

A_p = Faktor Penambah (*Band-Specific Additive Rescaling Factor*)

Menurut Mather (1987) koreksi geometrik merupakan transformasi citra hasil penginderaan jauh sehingga citra tersebut mempunyai sifat-sifat peta dalam bentuk, skala, dan proyeksi. Kesalahan geometrik dapat terjadi karena posisi dan orbit maupun sensor pada saat satelit merekam sehingga menyebabkan posisi pixel tidak sesuai. Dasar transformasi geometrik merupakan penempatan kembali posisi pixel dari kesalahan sistematis dan *random*. Kesalahan

sistematik merupakan kesalahan yang dapat diperkirakan sebelumnya sedangkan, kesalahan *random* merupakan kesalahan yang tidak dapat diperkirakan terjadinya. Dalam melakukan koreksi geomterik perlu menentukan titik kontrol (GCP = *Ground Control Points*). Titik kontrol ini berupa beberapa objek yang tampak jelas di citra maupun peta rujukan.

1.5.1.9 Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis (SIG) adalah suatu sistem pada umumnya berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mengaktifkan kembali data yang mempunyai referensi keruangan untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan dan perencanaan (Danoedoro, 1996 dalam Firdaus, 2017). Data yang dimaksud pada teori ini terdiri dari 2 macam antara lain data spasial dan data atribut. Data spasial merupakan data yang merepresentasikan posisi ruang atau letak geografis dari suatu kenampakan atau objek yang ada di permukaan bumi sedangkan data atribut merupakan data yang menjabarkan aspek dari suatu objek di permukaan bumi dalam bentuk deskripsi atau penjelasan yang terperinci.

Seiring berkembangnya teknologi, pemanfaatan data spasial ini semakin banyak digunakan dalam bidang apapun yang bertujuan memudahkan dalam mendapatkan informasi mengenai kenampakan bumi dan memudahkan dalam perencanaan maupun evaluasi. Sistem informasi geografi memiliki beberapa komponen dimana termasuk bagian penting dalam pengolahan, analisis, dan penyajian data spasial. Komponen sistem informasi geografi tersebut anatar lain.

1. Perangkat keras berupa komputer (PC), mouse, printer atau perangkat keras lainnya yang mendukung dalam penggunaan sistem aplikasi SIG sehingga menghasilkan suatu informasi yang diinginkan.

2. Perangkat Lunak berupa sistem aplikasi SIG yang digunakan dalam memasukkan, mengolah, memproses menganalisis, dan menyajikan baik data spasial maupun non-spasial.
3. Data berupa data spasial dan non spasial yang mana merupakan komponen dalam pengolahan yang menuntut dalam keakurasian dan kualitas data yang baik.
4. Sumber daya manusia merupakan sebagai pengguna dalam mengembangkan dan mengelola dalam teknologi SIG ini.
5. Metode merupakan teknik pengolahan yang perlu tersedia dalam aplikasi SIG.
6. Jaringan berfungsi dalam bertukar informasi antara satu dengan lainnya agar memperoleh dan berbagi data set geografi.

Komponen-komponen SIG tersebut tidak dapat digunakan salah satu saja namun digunakan secara bersamaan agar dapat menghasilkan tujuan yang diinginkan. Selain itu, Sistem informasi geografis terdiri dari beberapa sub-sistem, antara lain.

1. Masukan (*Input*) merupakan kegiatan yang bertujuan untuk memasukan, mengumpulkan, dan mempersiapkan data dari berbagai sumber baik dalam bentuk format cetak yang diubah menjadi format digital agar menjadi data spasial dan atribut sehingga dapat digunakan dalam aplikasi SIG.
2. Penyimpanan dan pemanggilan berfungsi mengatur data spasial dan data atribut ke dalam basis data sehingga dapat dengan mudah dipanggil kembali untuk melakukan pengeditan, koreksi, dan pembaharuan data.
3. Manipulasi dan analisis merupakan proses pengolahan dan pemodelan data agar dapat menghasilkan informasi baru atau data yang diharapkan.
4. Keluaran (*Output*) atau penyajian data, pemaparan informasi data yang merupakan hasil pengolahan, dimana disajikan baik bentuk *hardcopy* ataupun *softcopy*.

Peran SIG dalam penelitian ini adalah mengolah dan menyajikan data dalam bentuk peta yang mana melakukan interpretasi secara visual menggunakan citra satelit dan melakukan analisis overlay beberapa parameter yang digunakan dalam penelitian ini.

1.5.2 Penelitian Sebelumnya

Penelitian terdahulu mempengaruhi dalam pemilihan judul kajian skripsi pada penelitian ini, adapun penelitian-penelitian sebelumnya dengan tema serupa yaitu kajian tingkat bahaya erosi. Penelitian oleh Firdaus (2017) berlokasi di Sub DAS Samin Kabupaten Karanganyar dan Sukoharjo. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan memetakan sebaran erosi di Sub DAS Samin berdasarkan metode USLE menggunakan data penginderaan jauh berupa citra landsat 8 OLI dan menganalisis faktor yang dominan terhadap bahaya erosi tanah, serta menggunakan analisis SIG. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahaya erosi di Sub DAS Samin terdiri dari 5 kelas, antara lain sangat ringan seluas 20.427,8 ha (59,81%), ringan seluas 7.700,06 ha (22,55%), sedang seluas 3.546,56 ha (10,38%), berat seluas 1.738,42 ha (5,09%), dan sangat berat seluas 737,37 ha (2,16%). Berdasarkan hasil analisis statistik, faktor yang dominan mempengaruhi besarnya erosi di daerah kajian adalah pengelolaan tanaman (faktor C) dengan nilai koefisien regresi sebesar 882,892 dan tingkat signifikansi $< 0,05$.

Penelitian oleh Fatmaraga (2013) mengenai pemanfaatan citra penginderaan jauh multi temporal untuk kajian tingkat bahaya erosi (kasus di Sub DAS Karang Mumus, Kalimantan Timur). Tujuan dari penelitian ini adalah menafsir perubahan penggunaan lahan dan tingkat bahaya erosi yang terjadi serta variabel yang dominan dalam proses erosi di Sub DAS Karang Mumus secara multitemporal berdasarkan metode USLE. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji interpretasi lahan yang dilakukan untuk tahun 1997 adalah 80%, tahun 2006 adalah 85% dan tahun 2009 adalah 77,5% serta uji interpretasi kemiringan lereng berkisar 72,5%. Jenis penggunaan lahan yang dominan pada tahun 1997 dengan luas 20871,35 Ha, tahun 2006 dengan luas 18518,77 Ha dan tahun 2009 dengan luas 13223,05 Ha adalah semak belukar.

Sedangkan, hasil analisis dari tingkat bahaya erosi 1997 termasuk klasifikasi sedang dengan luas 10056,72 Ha, tahun 2006 termasuk klasifikasi sedang dengan luas 8796,92 Ha, tahun 2009 termasuk klasifikasi sangat berat dengan luas 13093,42 Ha. Dari pengujian statistika di dapatkan variabel pengelolaan tanaman dan konservasi tanah atau penggunaan lahan (CP) merupakan variabel yang paling dominan mempengaruhi erosi di Sub DAS Karang Mumus.

Penelitian oleh Yudhatama S (2013) mengenai pemanfaatan penginderaan jauh (PJ) dan sistem informasi geografis (SIG) untuk menentukan tingkat bahaya erosi (TBE) DAS Bodri. Penelitian ini menggunakan metode USLE untuk memprediksi tingkat bahaya erosi DAS Bodri. Hasil perhitungan tingkat bahaya erosi DAS Bodri terdapat tiga tingkatan, yaitu sangat ringan sekitar 0,000952 - 14,82 ton/ha/tahun, ringan sekitar 15,20 - 58,12 ton/ha/tahun, dan sedang sekitar 62,61 - 107,99 ton/ha/tahun.

Penelitian-penelitian sebelumnya ini digunakan untuk memperkuat studi literatur. Persamaan pada penelitian ini terletak pada metode yang digunakan yaitu USLE dan hasil yang diharapkan yaitu sebaran laju erosi, sedangkan perbedaannya terletak pada lokasi penelitian.

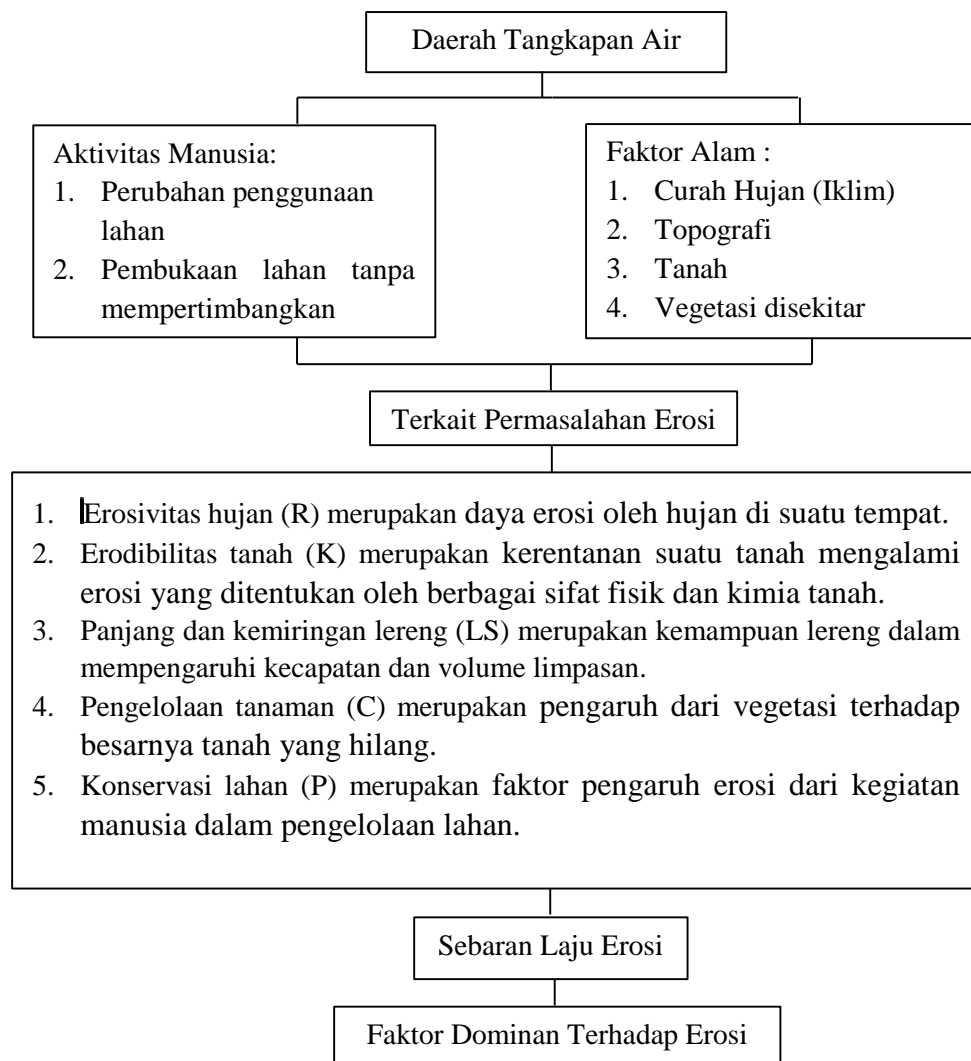
Tabel 1.5 Penelitian Sebelumnya

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
Azza Nurfadhila F (2017)	Analisis Bahaya Erosi Permukaan Menggunakan Metode USLE Dengan Pemanfaatan Penginderaan Jauh dan SIG di Sub DAS Samin, Kabupaten Karanganyar dan Sukoharjo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Menganalisis dan memetakan sebaran erosi di wilayah Sub DAS Samin menggunakan data penginderaan jauh dan aplikasi SIG. 2. Menganalisis faktor yang dominan terhadap bahaya erosi tanah di Sub DAS Samin. 	Universal Soil Loss Equation (USLE)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahaya erosi di Sub DAS Samin antara lain sangat ringan seluas 20.427,8 ha (59,81%), ringan seluas 7.700,06 ha (22,55%), sedang seluas 3.546,56 ha (10,38%), berat seluas 1.738,42 ha (5,09%), dan sangat berat seluas 737,37 ha (2,16%). Serta hasil variabel yang dominan terhadap erosi adalah pengelolaan tanaman.
Andhika Yudhatama S (2013)	Pemanfaatan Penginderaan Jauh (PJ) dan Sistem Informasi Geografis (SIG) Untuk Menentukan Tingkat Bahaya Erosi (TBE) DAS Bodri	<ol style="list-style-type: none"> 1. Mengkaji pemanfaatan data penginderaan jauh dalam penelitian tingkat bahaya erosi di DAS Bodri. 2. Menghitung dan memetakan tingkat bahaya erosi tahunan rata-rata di sekitar wilayah DAS Bodri. 	Universal Soil Loss Equation (USLE)	Hasil perhitungan tingkat bahaya erosi DAS Bodri terdapat tiga tingkatan, yaitu sangat ringan sekitar 0,000952 - 14,82 ton/ha/tahun, ringan sekitar 15,20 - 58,12 ton/ha/tahun, dan sedang sekitar 62,61 - 107,99 ton/ha/tahun.

Nama Peneliti	Judul	Tujuan	Metode	Hasil
M. Adi Fatmaraga (2013)	Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Multi Temporal Untuk Kajian Tingkat Bahaya Erosi (Kasus di Sub DAS Karang Mumus, Kalimantan Timur)	menafsir perubahan penggunaan lahan dan tingkat bahaya erosi yang terjadi serta variabel yang dominan dalam proses erosi di Sub DAS Karang Mumus secara multitemporal	Universal Soil Loss Equation (USLE)	Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji interpretasi lahan yang dilakukan untuk tahun 1997 adalah 80%, tahun 2006 adalah 85% dan tahun 2009 adalah 77,5% serta uji interpretasi kemiringan lereng berkisar 72,5%. Jenis penggunaan lahan yang dominan pada tahun 1997 dengan luas 20871,35 Ha, tahun 2006 dengan luas 18518,77 Ha dan tahun 2009 dengan luas 13223,05 Ha adalah semak belukar. Sedangkan, hasil analisis dari tingkat bahaya erosi 1997 termasuk klasifikasi sedang dengan luas 10056,72 Ha, tahun 2006 termasuk klasifikasi sedang dengan luas 8796,92 Ha, tahun 2009 termasuk klasifikasi sangat berat dengan luas 13093,42 Ha. Serta variabel yang dominan memengaruhi erosi di daerah kajian adalah faktor C dan P.

1.6 Kerangka Penelitian

Daerah tangkapan air mengalami perubahan penutupan lahan seiring berjalannya waktu. Perubahan ini akibat dari aktivitas manusia dalam memenuhi kebutuhan hidupnya sehingga banyaknya alih fungsi lahan dan pembukaan lahan yang tidak sesuai dengan kemampuan lahan. Selain itu, ada faktor fisik (alam) seperti curah hujan, topografi, tanah, dan vegetasi yang ada disekitar yang mana faktor-faktor ini mendukung terjadinya erosi atau degradasi lahan di daerah tangkapan air. Gambar 1.6 berikut menunjukkan diagram kerangka pemikiran dari penelitian ini.



Gambar 1.6 Kerangka Pemikiran Penelitian

1.7 Batasan Operasional

Istilah-istilah yang digunakan dalam penelitian ini antara lain.

1. Erosi

Menurut Arsyad (2010), erosi adalah peristiwa pindahnya atau terangkutnya bagian-bagian tanah dari suatu tempat ke tempat lain oleh media alami.

2. Laju Erosi

Laju erosi adalah besarnya suatu tanah yang terkikis atau terangkut dari suatu tempat yang diangkut oleh air atau angin ke tempat lain dengan dimensi waktu.

3. Daerah Tangkapan Air (DTA)

Daerah Tangkapan Air merupakan suatu ekosistem dengan unsur utamanya terdiri atas sumberdaya alam (tanah, air, dan vegetasi) dan sumberdaya manusia sebagai pemanfaat sumberdaya alam (Asdak 2007).

4. Waduk

Waduk merupakan bangunan struktur pengendali dan pembendung air yang dibuat pada tempat tertentu di alur sungai.

5. Satuan Lahan

Satuan lahan adalah suatu wilayah lahan yang mempunyai karakteristik dan kualitas lahan tertentu yang dapat dibatasi di peta (FAO, 1976 dalam Arsyad, 1989).

6. Metode USLE

Metode USLE (*Universal Soil Loss Equation*) merupakan metode prediksi erosi model parametric berdasarkan hubungan antara faktor penentu erosi dengan besarnya erosi (Asdak, 2010).

7. Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu atau seni untuk memperoleh informasi tentang obyek, daerah atau gejala dengan jalan menganalisis data yang diperoleh menggunakan alat, tanpa kontak langsung dengan obyek, daerah atau gejala yang akan dikaji (Lillesand dan Kiefer dalam A.Munggiarti; I.Buchori. 2015).

8. Landsat 8 OLI

Satelit Landsat 8 merupakan lanjutan misi dari landsat 7 karena memiliki karakteristik yang hampir sama baik resolusinya (spasial, temporal, dan spektral), metode koreksi, ketinggian terbang maupun karakteristik sensor yang dibawa.

9. Pengolahan Citra

Pengolahan citra merupakan suatu kegiatan pemrosesan suatu citra berupa interpretasi, manipulasi, dan analisis terhadap informasi-informasi yang terkandung dalam suatu citra.

10. Sistem Informasi Geografis

Sistem informasi geografis (SIG) adalah suatu sistem pada umumnya berbasis komputer yang digunakan untuk menyimpan, mengelola, menganalisis, dan mengaktifkan kembali data yang mempunyai referensi keruangan untuk berbagai tujuan yang berkaitan dengan pemetaan dan perencanaan (Danoedoro, 1996 dalam Firdaus, 2017).